



ARTIGO ORIGINAL

OPEN ACCESS

**INCORPORAÇÃO DO REJEITO DO DESDOBRAMENTO DE ROCHAS
ORNAMENTAIS EM ARGILA BENTONITA PARA UTILIZAÇÃO COSMÉTICA**
*INCORPORATION OF TAILINGS FROM THE UNFOLDING OF ORNAMENTAL ROCKS
IN BENTONITE CLAY FOR COSMETIC USE*

[Antonio Augusto Pereira de Sousa](#)¹, [Maria Barbosa da Silva Cordeiro](#)², [Hilda Camila Nascimento Nogueira](#)^{3*}, & [Alanna Costa de Sousa](#)⁴

^{1 2 4} Universidade Estadual da Paraíba, UEPB, Brasil. ³ Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Brasil
¹ aauepb@gmail.com ² lyly.barbosa@hotmail.com ^{3*} hildacamila@hotmail.com ⁴ lanacsousa94@gmail.com

ARTIGO INFO.

Recebido em: 13.04.2021

Aprovado em: 30.06.2021

Disponibilizado em: 07.07.2021

PALAVRAS-CHAVE:

Cosméticos; Resíduo industrial; Gestão ambiental;
Bentonita; Reutilização.

KEYWORDS:

Cosmetics; Industrial sludge; Environmental
management; Bentonite; Reuse.

***Autor Correspondente:** Nogueira, H. C. N.

RESUMO

As máscaras argilosas são apontadas como as mais antigas preparações cosméticas utilizadas no tratamento de beleza em função da sua vasta gama de propriedades proporcionadas pelos minerais presentes. Dessa forma, torna-se interessante estudar a potencialidade cosmética de outros materiais com composição semelhante, especialmente aqueles gerados de forma abundante e com limitada reutilização, como os rejeitos industriais. O objetivo do presente trabalho foi caracterizar a incorporação do rejeito de rochas ornamentais (RRO) em argila bentonita cálcica para utilização na cosmetologia. A metodologia adotada consistiu na preparação de duas composições diferentes incorporando o RRO na argila bentonita cálcica, assim, as seguintes análises foram realizadas: pH, teor de umidade, densidade absoluta, fluorescência de raios X (FRX) e análise microbiológica. Os resultados obtidos demonstraram que a composição com maior quantidade de bentonita apresentou características mais eficientes no que diz respeito a cosmetologia, isto é, menor alcalinidade com pH igual a 6 e teor de densidade ($2,7 \text{ g.cm}^{-3}$) que favorece a suspensão contínua. Ambas as incorporações manifestaram conformidade com o

controle microbiológico. Ao comparar a melhor incorporação com as argilas cosméticas comercializadas, baseando-se na composição química, majoritariamente sílico-aluminosa, fica evidenciado o potencial cosmético da amostra estudada, uma vez que a aplicabilidade das argilas na área cosmética depende primordialmente desta característica.

ABSTRACT

Clay masks are identified as the oldest cosmetic preparations used in beauty treatment due to their wide range of properties provided by the minerals present. Thus, it is interesting to study the cosmetic potential of other materials with similar composition, especially those generated in an abundant way and with limited reuse, such as industrial waste. The objective of the present work was to characterize the incorporation of ornamental rocks tailings (RRO) in calcic bentonite clay for use in cosmetology. The adopted methodology consisted of the preparation of two different compositions incorporating the RRO in the calcic bentonite clay, thus, the following analyzes were carried out: pH, moisture content, absolute density, X-ray fluorescence (XRF) and microbiological analysis. The results obtained showed that the composition with the highest amount of bentonite presented more efficient characteristics with regard to cosmetology, that is, lower alkalinity with pH equal to 6 and density content ($2,7 \text{ g.cm}^{-3}$) that favors continuous suspension. Both incorporations manifested compliance with microbiological control. When comparing the best incorporation with the commercialized cosmetic clays, based on the chemical composition mostly sílico-aluminous, the cosmetic potential of the studied sample is evidenced, since the applicability of clays in the cosmetic area depends primarily on this characteristic.



INTRODUÇÃO

A utilização de argilas para fins terapêuticos, estéticos e medicinais é datada desde os primórdios das civilizações. As máscaras faciais argilosas são as preparações cosméticas mais antigas usadas para tratamentos de beleza (Silva, Oliveira, Farias, Fávaro, & Mazzilli, 2011).

O segmento da cosmetologia é responsável pelo estudo acerca dos cosméticos adequados para o cuidado, conservação da saúde e manutenção do equilíbrio do corpo humano. Compõe-se de três setores científicos diferentes, nos quais destaca-se a chamada química cosmética. Este setor é responsável pelo estudo tanto da estrutura química quanto das características físico-químicas das substâncias que apresentam atividade cosmética (Mattioli, Giardini, Roselli, & Desideri, 2016).

Os outros dois setores compreendem a técnica cosmética, responsável pela funcionalidade de cada substância, e a dermatologia cosmética, que é responsável pela verificação da presença de substâncias nocivas e avaliação dos efeitos do uso a longo prazo (Mattioli, Giardini, Roselli, & Desideri, 2016).

É imprescindível que os produtos cosméticos e farmacêuticos oferecidos apresentem alto grau de qualidade, logo, as argilas utilizadas devem seguir uma série de requisitos de segurança química (pureza, estabilidade, inércia química), física (tamanho da partícula, textura) e toxicológica (controle do teor de metais pesados) (Bergaya, Theng, & Lagaly, 2006; López-Galindo, & Viseras, 2004).

A composição mineralógica das argilas, bem como o formato e a distribuição granulométrica das partículas são fatores essenciais para definir as propriedades físico-químicas das mesmas e, conseqüentemente, suas aplicações na indústria cosmética (Santos, 1975; Zague, De Almeida Silva, Baby, Kaneko, & Velasco, 2007).

A argila bentonita é uma das argilas mais conhecidas no ramo cosmético e tem sido cada vez mais empregada em virtude das diferentes propriedades que a caracterizam. Sua gama de utilização é ampla, podendo ser utilizada na limpeza facial, no tratamento de problemas de pele e no fortalecimento do sistema imunológico. Apresenta também uma significativa capacidade de absorver e remover toxinas, metais pesados e impurezas, ao mesmo tempo que transfere para a pele e para os organismos diversos minerais e nutrientes benéficos (Rautureau, Gomes, Liewig, & Katouzian-Safadi, 2017).

A constante geração de poluentes a serem descartados no meio ambiente por parte de grandes e pequenas indústrias traz à tona a responsabilidade de buscar alternativas que visem a não poluição ou o reaproveitamento dos rejeitos gerados. O processo de desdobramento de granito e demais rochas ornamentais, por exemplo, gera uma grande quantidade de rejeito que, posteriormente, é descartado no meio ambiente constituindo um grave problema ambiental (Filho, Polivanov, & Mothé, 2005).

A composição dos resíduos gerados, conforme aponta Babisk (2009), varia conforme a serraria de origem e a composição da rocha beneficiada, podendo ser granitos ou mármore. O processo de serragem utilizado também irá influenciar, seja teares diamantados ou serragem



Citação (APA): Sousa, A. A. P., Cordeiro, M. B. S., Nogueira, H. C. N., & Sousa, A. C. (2021). Incorporação do rejeito do desdobramento de rochas ornamentais em argila bentonita para utilização cosmética. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 7(3), 1-12.

tradicional, onde utiliza-se cal e lâminas de aço, aumentando os teores de ferro e cal no rejeito.

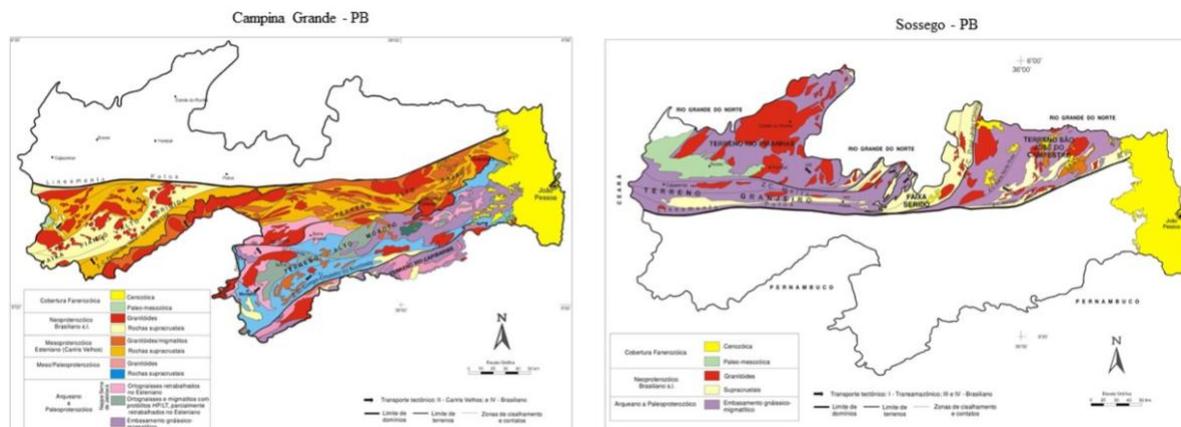
A possibilidade de redução dos rejeitos gerados nos processos industriais apresenta limitações financeiras, técnicas e de mobilidade de gestão e manejo. Sendo assim, pode-se dizer que sempre existirão resíduos seja em pequena ou grande escala, fato que torna o seu reaproveitamento em atividades alternativas a melhor opção no que diz respeito ao gerenciamento (Gonçalves, 2000).

O crescente interesse por alternativas mais saudáveis e que não causem impactos ao meio ambiente está intimamente ligado com o aumento no uso terapêutico das argilas. Sendo assim, torna-se essencial a realização de estudos acerca das propriedades responsáveis por conferir tais possibilidade de aplicação, bem como a melhor forma de utilização e manipulação para cada caso. O presente trabalho propõe o estudo do aproveitamento do rejeito de granito incorporado em argila bentonita cálcica, visando diminuir os impactos ambientais proporcionados pelo descarte residual no meio ambiente, assim como, o melhoramento das características da argila para fins cosméticos.

METODOLOGIA

As amostras de rejeitos de rochas ornamentais (RRO) foram coletadas em indústrias de beneficiamento localizadas na cidade de Campina Grande – PB, enquanto a argila bentonita cálcica foi coletada em uma jazida localizada na cidade de Sossego – PB, ambos os contextos geológicos estão apresentados na Figura 1.

Figura 1. Mapas geológicos do domínio transversal e do domínio Rio Grande do Norte onde estão localizadas as cidades de Campina Grande e Sossego no Estado da Paraíba.



Fonte: Adaptado de CPRM (2002)

Foram realizadas incorporações do rejeito de rochas ornamentais (RRO) na argila bentonita cálcica com as seguintes composições: 80% de RRO e 20% de bentonita (amostra 8020) e 40% de RRO e 60% de bentonita (amostra 4060). A partir dessas formulações foram realizadas análises de pH, teor de umidade, densidade absoluta, fluorescência de raios X (FRX) e análise microbiológica. Todas as análises foram feitas em triplicatas no laboratório de Tecnologia Química (LETEQ) na Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).



Citação (APA): Sousa, A. A. P., Cordeiro, M. B. S., Nogueira, H. C. N., & Sousa, A. C. (2021). Incorporação do rejeito do desdobramento de rochas ornamentais em argila bentonita para utilização cosmética. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 7(3), 1-12.

Após a realização das análises, comparou-se os resultados obtidos para as duas composições, posteriormente, a composição com melhor rendimento foi analisada comparativamente, em termos de composição química, com argilas comerciais utilizadas para fins cosméticos. Os dados para comparação foram fornecidos por uma empresa especializada.

Ensaio de granulometria

Pesou-se 10g da amostra (Ma) em uma balança analítica, em seguida, transferiu-se para a peneira com abertura de 0,074mm (#200) realizando o peneiramento até observar a passagem de todos os grânulos finos. Os grânulos que ficaram retidos na peneira foram pesados e a determinação da granulometria foi calculada pela Equação (1).

$$G (\%) = \frac{R \times 100}{Ma} \quad (1)$$

Onde G (%)= Teor de partículas; R (g)= Partículas retidas; Ma (g)= Massa inicial da amostra.

Teor de umidade (CEMP 105)

A análise do teor de umidade foi realizada em conformidade com os requisitos da norma CEMP 105. Foi pesado 10g da amostra em uma balança analítica, em seguida, submetida a estufa a 105°C durante duas horas. Logo após, colocou-se no dessecador por volta de 15 minutos e assim pesou-se a amostra, a tara foi anotada e os cálculos foram realizados utilizando a Equação (2).

$$U (\%) = \frac{Mu - Ms}{Ms} \times 100 \quad (2)$$

Onde U (%): Teor de umidade; Mu (g): Massa úmida; Ms (g): Massa seca.

Determinação do pH

Para medir o pH da amostra foi necessário a solubilização segundo ABNT NBR 10006/2004. Foram pesados 20g da amostra seca e em um béquer de 200mL adicionou-se 100mL de água destilada, com um agitador mecânico a amostra foi agitada em baixa rotação durante 5 minutos. Devidamente coberta, a amostra foi deixada em repouso por sete dias a temperatura ambiente, logo após, filtrou-se com o auxílio de um filtro a vácuo e mediu-se o pH do extrato solubilizado através de um pHmetro previamente calibrado.

Densidade absoluta

De acordo com a metodologia adaptada de Silva *et al.* (2009), pesou-se o picnômetro vazio, previamente limpo e seco em estufa a 100°C. Encheu-se o picnômetro com água até transbordar, secou-se a água da superfície externa e em seguida foi realizada a pesagem em balança semi analítica. A amostra foi adicionada no picnômetro até o máximo e, em seguida, uma nova pesagem foi realizada. Com os valores das três pesagens, os cálculos foram efetuados com o auxílio da Equação (3).

$$D = \frac{m2 - m1}{m3 - m1} \quad (3)$$

Onde m1 (g)= Massa do picnômetro vazio; m2 (g)= Massa do picnômetro com a amostra; m3 (g)= Massa do picnômetro com água.



Fluorescência de raios X (FRX)

A caracterização através da fluorescência de raios X foi realizada no Laboratório de Caracterização de Materiais da Unidade Acadêmica de Engenharia de Materiais da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) em equipamento Shimadzu (EDX 720), com 10g da amostra previamente preparada, para determinação dos elementos presentes através da aplicação de raios X na superfície da amostra e a posterior análise dos fluorescentes emitidos; a geração de raios X foi feita por meio de um tubo com alvo de Rh.

Análises microbiológicas

Os ensaios microbiológicos realizados nas incorporações foram: contagem de bactérias mesófilas (pelo método de contagem de colônias em placas de Petri) e detecção de coliformes fecais e totais. A pesquisa de *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus aureus* foi confirmada a partir da visualização do crescimento microbiano nas placas contendo um meio de cultivo seletivo (*Mueller Hinton Agar* e *Mannitol Salt Agar*, respectivamente).

Os ensaios realizados foram baseados na metodologia descrita pelo Guia ABC de Microbiologia: Controle microbiológico na Indústria de Produtos de Higiene Pessoal, Cosméticos e Perfumes, publicado em 1998, pela Associação Brasileira de Cosmetologia (ABC) e também nas Farmacopeias Britânica (Towers, 2009) e Brasileira (Farmacopéia, 2010). O local de realização foi Laboratório de Microbiologia (NUPEA) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Antes da realização dos ensaios, as amostras foram colocadas na estufa durante 120 minutos a 140°C a fim de promover a esterilização das argilas pelo método do calor seco. Esse método consiste na oxidação dos constituintes celulares orgânicos e na desnaturação e coagulação das proteínas através da atuação do calor sobre os microrganismos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise físico-química

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados das análises físico-químicas realizadas nas duas composições estudadas.

Compreender as características granulométricas é de suma importância nas etapas que antecedem a formulação dos cosméticos. Segundo Poensin, Carpentier, Féchoz, & Gasparini (2003), a granulometria do pó possui influência direta na aplicação, os pós mais finos possuem maior adesividade cutânea e promovem maior suavidade quando aplicados à pele. As duas amostras estudadas apresentaram elevada porcentagem de passante caracterizando o material com granulometria significativamente fina.

Em virtude das diferenças nas composições das incorporações, esperava-se uma significativa diferença nos valores relacionados às propriedades físico-químicas estudadas. Essa expectativa foi confirmada inicialmente com os valores de pH, a amostra 8020 apresentou um pH alcalino, enquanto a amostra 4060 revelou-se ligeiramente ácida, o que pode ser relacionado com a adição de cal no momento da serragem do granito, uma vez que a primeira amostra é constituída de RRO em maior proporção.



Citação (APA): Sousa, A. A. P., Cordeiro, M. B. S., Nogueira, H. C. N., & Sousa, A. C. (2021). Incorporação do rejeito do desdobramento de rochas ornamentais em argila bentonita para utilização cosmética. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 7(3), 1-12.

Tabela 1. Resultados da determinação das seguintes propriedades físico-químicas das duas incorporações: umidade (expressa em porcentagem), pH e densidade absoluta

Parâmetro	Amostra 8020	Amostra 4060
Granulometria (%)	3,8	3,8
pH	9	6
Densidade absoluta (g.cm ⁻³)	3,1	2,7
Umidade (%)	2,4	7,3

Observa-se também uma ligeira diferença na densidade absoluta entre as amostras que também está associada a uma maior quantidade de RRO na amostra 8020 (3,1g/cm³). A amostra 4060, com densidade em torno de 2,7 g/cm³, apresentou melhor suspensão em água caracterizando-a como melhor opção para o uso em cosméticos, visto que é possibilitada a formação de uma pasta de boa suspensão.

Os valores do teor de umidade das amostras estão em conformidade com as proporções das incorporações. A amostra 4060 possui 60% da argila bentonita cálcica, logo, apresentou umidade em torno de 7,3%, enquanto a amostra 8020 resultou em 2,4% de umidade. É importante chamar atenção para o fato de que esse é um valor variável a depender da forma de armazenamento ou de uma possível aplicação.

Fluorescência de raios X (FRX)

Os dados apresentados na Tabela 2 mostram os principais componentes, expressos em óxidos, presentes nas incorporações. Assim, pode-se afirmar que as duas amostras são constituídas principalmente de dióxido de silício (SiO₂) e óxido de alumínio (Al₂O₃), totalizando cerca de 80% dos analitos presentes na amostra.

O silício é um dos componentes essenciais em termos de ação cosmética, posto que, quando em contato com a pele, apresenta ação hemostática, purificante, adstringente e remineralizante. Além de reidratar a pele e as mucosas, reduzir as inflamações e apresentar ação na elasticidade da pele atuando na flacidez tissular (Turovelsky, 2005; Medeiro & Lanza, 2013; Silva, Oliveira, Farias, Fávaro, & Mazzilli, 2011).

O alumínio, por sua vez, atua contra a falta de tonicidade, apresenta ação cicatrizante e inibe o desenvolvimento em cultura de *Staphylococcus aureus*, bactéria que frequentemente causa infecções cutâneas (Medeiro, & Lanza, 2013). Os analitos encontrados em menores proporções, como Fe₂O₃, K₂O, CaO, Na₂O e MgO, são decorrentes dos processos de beneficiamento das rochas ornamentais e também das características intrínsecas da argila bentonita cálcica.



Citação (APA): Sousa, A. A. P., Cordeiro, M. B. S., Nogueira, H. C. N., & Sousa, A. C. (2021). Incorporação do rejeito do desdobramento de rochas ornamentais em argila bentonita para utilização cosmética. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 7(3), 1-12.

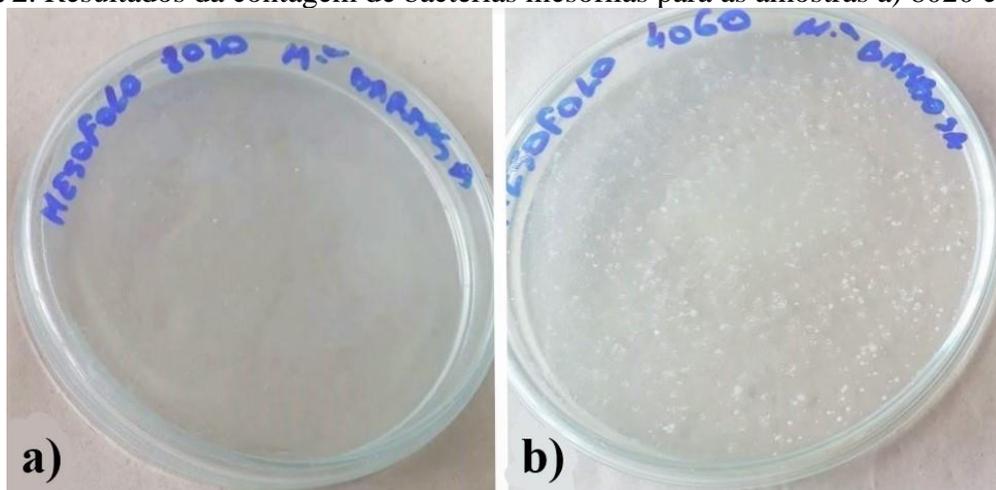
Tabela 2. Composição química por fluorescência de raios X das amostras 8020 e 4060. As composições estão expressas em porcentagens de óxidos seguindo uma ordem decrescente de quantidade presente na amostra

Analitos	Amostra 8020 (%)	Amostra 4060 (%)
SiO ₂	62,210	60,134
Al ₂ O ₃	19,773	23,489
Fe ₂ O ₃	5,914	6,706
K ₂ O	4,871	3,047
CaO	2,625	2,220
Na ₂ O	2,086	1,010
MgO	1,080	2,067
TiO ₂	0,804	0,812
P ₂ O ₅	0,368	-
BaO	-	0,280
SO ₃	0,160	0,092
MnO	0,076	0,065
Cr ₂ O ₃	-	0,027
SrO	-	0,027
Rb ₂ O	0,012	-
ZnO	0,009	0,011
MoO ₃	0,010	0,007
NbO	-	0,004
SUM	99,998	99,994

Análises microbiológicas

As Figuras 2a) e 2b) apresentam os resultados da contagem de bactéria mesófilas para as duas diferentes amostras estudadas, 8020 e 4060, respectivamente, onde é possível notar a ausência do crescimento de micro-organismos nas placas contendo os meios de cultivo.

Figura 2. Resultados da contagem de bactérias mesófilas para as amostras a) 8020 e b) 4060

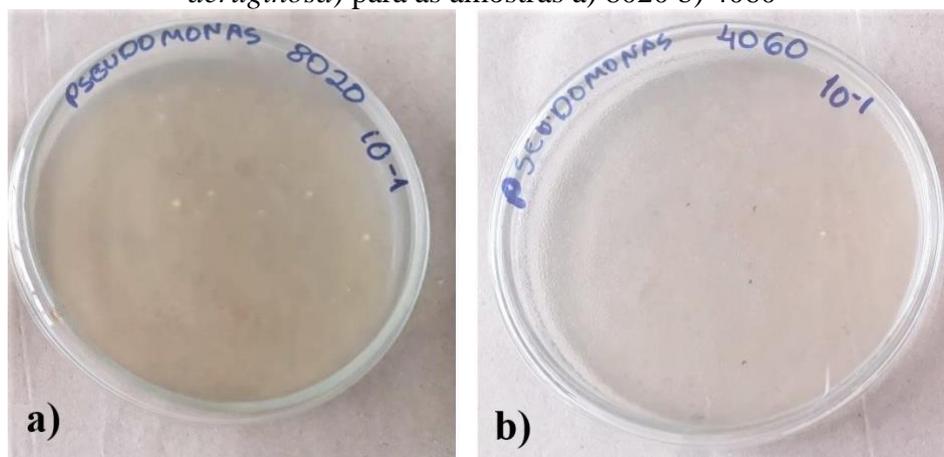


Os resultados para a identificação de presença ou ausência de *Pseudomonas aeruginosa* estão apresentados nas Figuras 3a) e 3b). As amostras 8020 (3a) e 4060 (b) demonstraram ausência *Pseudomonas aeruginosa* após o processo de esterilização.



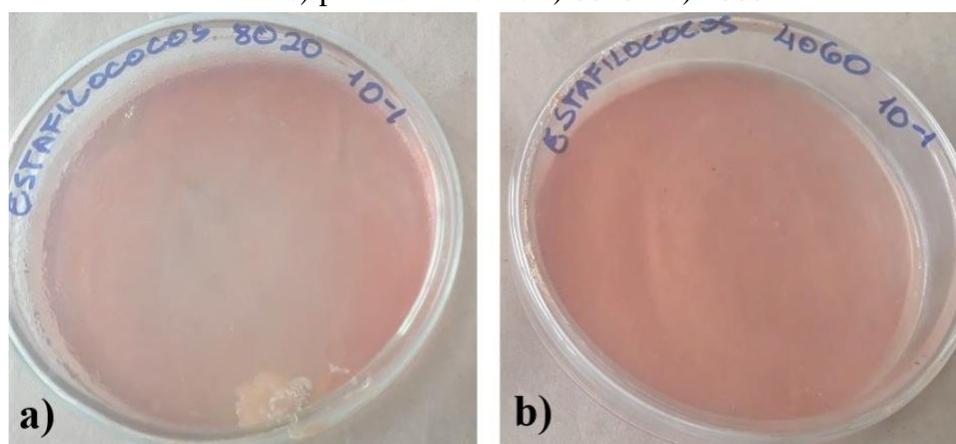
Citação (APA): Sousa, A. A. P., Cordeiro, M. B. S., Nogueira, H. C. N., & Sousa, A. C. (2021). Incorporação do rejeito do desdobramento de rochas ornamentais em argila bentonita para utilização cosmética. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 7(3), 1-12.

Figura 3. Resultados do teste de detecção de micro-organismos patogênicos (*Pseudomonas aeruginosa*) para as amostras a) 8020 b) 4060



As Figuras 4a) e 4b) exibem os resultados da identificação de ausência ou presença de *Staphylococcus aureus* para as amostras 8020 e 4060, respectivamente. Nota-se a ausência do micro-organismo nas duas amostras estudadas, sendo assim, é possível afirmar que o processo de descontaminação aplicado se mostrou efetivo para as três situações diferentes estudadas.

Figura 4. Resultados do teste de detecção de micro-organismos patogênicos (*Staphylococcus aureus*) para as amostras a) 8020 e b) 4060



Portanto, as composições apresentaram conformidade com os limites de aceitabilidade do controle microbiológico para produtos cosméticos determinados pela RDC N° 481/99.

Comparação entre as composições 8020 e 4060

Após a realização das análises discutidas anteriormente, efetuou-se uma comparação e posterior avaliação das duas composições, 8020 e 4060, com o intuito de determinar qual amostra se adequaria de forma mais satisfatória à indústria cosmética.

Baseando-se nas propriedades físico-químicas exibidas na Tabela 1, é possível observar que a amostra 8020 apresenta alcalinidade superior ($\text{pH} = 9$) aos interesses da cosmetologia, onde busca-se utilizar produtos com valores mais próximos ao pH da pele, o qual varia em torno de 5,5 a 8. Já a amostra 4060 apresentou $\text{pH} = 6$, condição que satisfaz a indústria cosmética, visto que o pH da superfície cutânea na região facial depende de fatores tanto externos quanto



Citação (APA): Sousa, A. A. P., Cordeiro, M. B. S., Nogueira, H. C. N., & Sousa, A. C. (2021). Incorporação do rejeito do desdobramento de rochas ornamentais em argila bentonita para utilização cosmética. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 7(3), 1-12.

internos, isto é, os valores normais de pH podem aumentar ou diminuir após a aplicação de produtos tópicos, retornando ao valor inicial em alguns minutos (Modabberi *et al.*, 2015).

Em relação a densidade absoluta, as amostras apresentaram uma diferença relativamente pequena entre os valores, a composição 8020 apresentou 3,1 g/cm³, enquanto a 4060 apresentou 2,7 g/cm³. Apesar de pequena, essa diferença influencia diretamente na suspensão da argila quando em contato com o solvente no ato de preparar as máscaras faciais ou corporais.

A amostra 4060, em virtude do baixo valor de densidade, é capaz de formar um gel uniforme e contínuo, não ocorrendo a formação de fases. A 8020 também é capaz de formar o gel, porém, com o passar de um determinado tempo a mistura se desprende do solvente e ocorre a decantação, o que não é interessante para o ramo da cosmetologia.

O estudo da composição química, apresentada na Tabela 2, também aponta para a composição 4060 como amostra mais satisfatória, visto que é notado uma maior variedade de óxidos, sendo assim, sua capacidade funcional é maior refletindo em uma maior possibilidade de utilização em diversos procedimentos e finalidades.

Comparação entre as composições 4060 e as argilas comerciais

Tendo em vista que a composição 4060 se mostrou mais eficiente para o ramo cosmético, realizou-se uma comparação com três diferentes argilas comerciais (identificadas como AC 1, AC 2 e AC 3) em termos de composição química. Na Tabela 3 estão apresentados os valores para as quatro amostras analisadas.

Tabela 3. Comparação em termos de composição química entre a amostra 4060 e três argilas comerciais diferentes

Analitos	AC 1 (%)	AC 2 (%)	AC 3 (%)	4060 (%)
SiO ₂	65,38	53,41	55,49	60,134
Al ₂ O ₃	20,40	32,20	22,98	23,489
Fe ₂ O ₃	3,88	1,29	9,78	6,706
CaO	0,50	0,07	0,05	2,220
TiO ₂	1,02	1,44	1,31	0,812
MgO	0,54	0,36	0,40	2,067
K ₂ O	1,22	1,29	1,48	3,047
P ₂ O ₅	-	0,07	0,03	-
Na ₂ O	-	0,03	-	1,010
BaO	-	-	-	0,280
SO ₃	-	-	-	0,092
MnO	-	-	-	0,065
ZnO	-	-	-	0,011
MoO ₃	-	-	-	0,007
NbO	-	-	-	0,004
SUM	92,94	91,16	91,52	99,994

De acordo com os dados apresentados na Tabela 3, observou-se que as quatro amostras apresentam o silício e o alumínio como componentes majoritários. Segundo Carretero & Pozo, 2010, a significativa presença de silício aponta a potencialidade da argila para utilização na reconstituição de tecidos cutâneos, além de proporcionar uma ação hidratante e de redução de processos inflamatórios na pele.



Citação (APA): Sousa, A. A. P., Cordeiro, M. B. S., Nogueira, H. C. N., & Sousa, A. C. (2021). Incorporação do rejeito do desdobramento de rochas ornamentais em argila bentonita para utilização cosmética. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 7(3), 1-12.

O alumínio, o segundo composto em termos de proporção, é relevante para matérias-primas de aplicação cosmética em virtude de suas atividades cicatrizante, antisséptica, hidratante e adstringente. Sendo assim, todas as argilas analisadas terão propriedade hidratantes como características principais. Foi constatado também maiores quantidades de óxido de ferro nas amostras AC 3 e 4060, logo, essas argilas podem atuar de forma mais efetiva que as demais na respiração celular, na transferência de elétrons e na melhoria das propriedades tensoras, características promovidas pelo óxido em questão (Ribeiro, 2010).

A amostra 4060 apresenta maior variedade de elementos em menores proporções, como: óxidos de magnésio, cálcio, potássio, manganês, fósforo, alumínio e zinco. Desta forma, o teor de óxido de potássio poderá fornecer a argila características de auxílio na contração muscular e equilíbrio de fluidos corporais, além de manter o bom funcionamento do sistema nervoso. O óxido de zinco deve auxiliar na cicatrização, proteção do sistema imunológico, efeito clareador e no tratamento de espinhas e oleosidade.

Já a presença do magnésio atua no sentido de auxiliar a produção de colágeno, deixando a pele firme e lisa. O manganês, por sua vez, tem ação anti-inflamatória, antialérgico, reduz o estresse, desintoxica, contribui para a renovação celular da pele e ameniza as manchas da pele. O cálcio atua no melhoramento da circulação sanguínea e previne a osteoporose enquanto o óxido de fósforo é utilizado na prevenção de osteoporose, artrose e também atua como antioxidante (Silva, Oliveira, Farias, Fávaro, & Mazzilli, 2011).

Conforme os resultados das análises realizadas na amostra 4060 foi possível elaborar uma relação entre suas propriedades e potenciais aplicações para fins estéticos e terapêuticos. A Tabela 4 apresenta essas relações supondo a amostra 4060 como matéria prima.

Tabela 4. Propriedades e possíveis aplicações da amostra 4060 como argila modificada para fins cosméticos

Amostra 4060	
Propriedades	Propriedades
Efeito equilibrador, tensor, adstringente, hidratante, desintoxicante e de cicatrização; Aumento da elasticidade; Melhora a circulação sanguínea; Promove esfoliação mecânica; Controle de oleosidade Reconstituição da pele; Tratamento de acne.	Efeito equilibrador, tensor, adstringente, hidratante, desintoxicante e de cicatrização; Aumento da elasticidade; Melhora a circulação sanguínea; Promove esfoliação mecânica; Controle de oleosidade Reconstituição da pele; Tratamento de acne.

Considerações Finais

Com base nos resultados obtidos, pode-se afirmar que as composições estudadas apresentam, de forma geral, potencial para a aplicações em formulações cosméticas como matérias-primas principais.

A incorporação 4060, com maior quantidade de argila bentonita, apresentou características mais satisfatórias em comparação com a incorporação 8020, aquela com maior quantidade de rejeito. O valor de pH menos alcalino, a densidade que favorece a formação de uma suspensão contínua e a diversificada composição química são fatores essenciais para a aplicação cosmética, tal como a conformidade total com os parâmetros do controle microbiológico.



Citação (APA): Sousa, A. A. P., Cordeiro, M. B. S., Nogueira, H. C. N., & Sousa, A. C. (2021). Incorporação do rejeito do desdobramento de rochas ornamentais em argila bentonita para utilização cosmética. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 7(3), 1-12.

Quando comparada com argilas comerciais do segmento, a composição 4060 apresentou características similares no que diz respeito a composição química e funcionalidades específicas.

Finalmente, é possível afirmar que as argilas estudadas possuem potencial para aplicações em procedimentos estéticos e terapêuticos, podendo ser utilizadas em uma infinidade de cosméticos.

Para trabalhos futuros recomenda-se a realização de outras análises de caracterização a fim de confirmar o potencial cosmético previamente estudado e apontar os possíveis fatores limitantes.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 10006 (2004). Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Babisk, M. P. (2009). Desenvolvimento de Vidros Sodo-Cálcicos A Partir de Resíduos de Rochas Ornamentais (Dissertação de Mestrado). Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

CEMP 105 (1997). Materiais para fundição - Determinação do Teor de Umidade. Associação Brasileira das Indústrias de Fundição de Ferro e Aço.

Bergaya, F., Theng, B. K. G., & Lagaly, G. (2006). Chapter 7 Modified Clays and Clay Minerals. *Developments in Clay Science*. [https://doi.org/10.1016/S1572-4352\(05\)01007-X](https://doi.org/10.1016/S1572-4352(05)01007-X)

Carretero, M. I., & Pozo, M. (2010). Clay and non-clay minerals in the pharmaceutical and cosmetic industries Part II. Active ingredients. *Applied Clay Science*. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2009.10.016>

CPRM – Serviço Geológico do Brasil (2002). Geologia e Recursos Minerais do Estado da Paraíba. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais.

Farmacopéia, A. N. D. V. S. (2010). Farmacopeia Brasileira. Farmacopeia Brasileira, 5ª Edição. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062006000100002>

Filho, H. F. M., Polivanov, H., & Mothé, C. G. (2005). Reciclagem dos resíduos sólidos de rochas ornamentais: the case of waste of the dimension stones. *Anuário Do Instituto de Geociências*.

Gonçalves, J. P. (2000). Utilização do resíduo de corte de granito (RCG) como adição para produção de concretos (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

López-Galindo, A., & Viseras, C. (2004). Pharmaceutical and cosmetic applications of clays. In *Interface Science and Technology*. [https://doi.org/10.1016/S1573-4285\(04\)80044-9](https://doi.org/10.1016/S1573-4285(04)80044-9)

Mattioli, M., Giardini, L., Roselli, C., & Desideri, D. (2016). Mineralogical characterization of commercial clays used in cosmetics and possible risk for health. *Applied Clay Science*. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2015.10.023>

Modabberi, S., Namayandeh, A., López-Galindo, A., Viseras, C., Setti, M., & Ranjbaran, M. (2015). Characterization of Iranian bentonites to be used as pharmaceutical materials. *Applied Clay Science*. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2015.03.013>



Citação (APA): Sousa, A. A. P., Cordeiro, M. B. S., Nogueira, H. C. N., & Sousa, A. C. (2021). Incorporação do rejeito do desdobramento de rochas ornamentais em argila bentonita para utilização cosmética. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 7(3), 1-12.

Poensin, D., Carpentier, P. H., Féchoz, C., & Gasparini, S. (2003). Effects of mud pack treatment on skin microcirculation. *Joint Bone Spine*. [https://doi.org/10.1016/S1297-319X\(03\)00064-2](https://doi.org/10.1016/S1297-319X(03)00064-2)

Rautureau, M., Gomes, C. de S. F., Liewig, N., & Katouzian-Safadi, M. (2017). Clays and health: Properties and therapeutic uses. In *Clays and Health: Properties and Therapeutic Uses*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-42884-0>

RDC Nº 481 (1999). Estabelece os parâmetros de controle microbiológico para os produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes. Diário Oficial da União, Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

Ribeiro, C. J. (2010). *Cosmetologia aplicada a dermoestética*. Pharmabooks.

Santos, P. S. (1975). *Tecnologias de Argilas Aplicadas às Argilas Brasileiras*. São Paulo: Edgar Blucher Ltda.

Silva, F. A. N. G., Luz, A. B., Sampaio, J. A., Bertolino, L. C., Scorzelli, R. B., Duttine, M., & da Silva, F. T. (2009). Technological characterization of kaolin: Study of the case of the Borborema-Seridó region (Brazil). *Applied Clay Science*. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2009.01.015>

Silva, P. S. C., Oliveira, S. M. B., Farias, L., Fávaro, D. I. T., & Mazzilli, B. P. (2011). Chemical and radiological characterization of clay minerals used in pharmaceuticals and cosmetics. *Applied Clay Science*. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2011.02.013>

Towers, M. (2009). *British Pharmacopoeia 2009*. British Pharmacopia. <https://doi.org/10.3788/AOS201232.1231003>

Turovelsky, H. (2005). *Les Nouvelles Esthétique: os tratamentos estéticos para um rosto luminoso e silhueta perfeita*. Buenos Aires.

Zague, V., De Almeida Silva, D., Baby, A. R., Kaneko, T. M., & Velasco, M. V. R. (2007). Clay facial masks: Physicochemical stability at different storage temperatures. *Journal of Cosmetic Science*. https://doi.org/10.1111/j.1468-2494.2007.00391_5.x

